

- 1 -

## 明 細 書

## コリオリ流量計

## 技術分野

本発明は、コリオリ流量計に関し、特に、湾曲管からなる少なくとも一本のフローチューブを備えて構成したコリオリ流量計に関する。

## 背景技術

コリオリ流量計は、被測定流体の流通する流管の一端又は両端を支持し、その支持点回りに流管の流れ方向と垂直な方向に振動を加えたときに、流管（以下、振動が加えられるべき流管をフローチューブという）に作用するコリオリの力が質量流量に比例することを利用した質量流量計である。コリオリ流量計は周知のものであり、コリオリ流量計におけるフローチューブの形状は直管式と湾曲管式とに大別されている。

直管式のコリオリ流量計は、両端が支持された直管の中央部直管軸に垂直な方向の振動を加えたとき、直管の支持部と中央部との間でコリオリの力による直管の変位差、すなわち位相差信号が得られ、その位相差信号に基づいて質量流量を検知するように構成されている。このような直管式のコリオリ流量計は、シンプル、コンパクトで堅牢な構造を有している。しかしながら、高い検出感度を得ることができないという問題点もあわせ持っている。

これに対して、湾曲管式のコリオリ流量計は、コリオリの力を有効に取り出すための形状を選択できるという点で、直管式のコリオリ流量計よりも優れており、実際に、高感度の質量流量を検出することができる。なお、湾曲管式のコリオリ流量計としては、一本のフローチューブを備えるもの（例えば、特公平4-5525

- 2 -

0号公報参照)や、並列二本のフローチューブを備えるもの(例えば、特許第2939242号公報参照)、あるいは、一本のフローチューブをループさせた状態に備えるもの(例えば、特許第2951651号公報参照)などが知られている。

- 5           ところで、湾曲管式のコリオリ流量計のうち、一本のフローチューブを備えるコリオリ流量計にあつては、形状構成が最も単純であるため、安価に質量流量計を提供することができるという利点を有している。その反面、次のような問題点もあわせ持っている。すなわち、一本のフローチューブを備えるコリオリ流量計にあつては、
- 10          、フローチューブが一本であることから、フローチューブを振動させた場合に二本のフローチューブを備えるコリオリ流量計の場合のような振動バランスを確保することができず、安定した出力信号が得られないという問題点を有している。

#### 発明の開示

- 15           本発明の目的は、単純な形状の構成で、安価で提供することができ、かつ、フローチューブを振動させた場合、安定した出力信号を得ることのできるコリオリ流量計を提供することにある。

- 本発明の目的を達成するために、請求項1に記載の本発明のコリオリ流量計は、第一軸に対して対称の形状となる湾曲管からなり、
- 20          、且つ流出入口を有する支持部によって両端が支持された少なくとも一本のフローチューブと、前記両端の支持部によって支持された位置を結ぶ第二軸を中心に前記フローチューブを回転方向に交番駆動する駆動装置と、前記駆動装置の左右両側の対称な位置に取り付けられ前記フローチューブに作用するコリオリの力に比例した位相差を持った振動を検出する一対の振動検出センサと、を備えたコリ
- 25          オリ流量計であつて、前記駆動装置を前記第一軸上に配置するとともに、前記フローチューブを前記回転方向に交番駆動する一対の第二駆動装置を前記駆動装置の左右両側の対称な位置に配置し、且つ

、前記一对の第二駆動装置同士を同相で駆動するとともに、前記駆動装置と前記一对の第二駆動装置とを逆相で駆動するように構成されている。

- このように構成することにより、請求項 1 に記載のコリオリ流量計は、駆動装置と一对の第二駆動装置とを駆動すると、それら駆動装置の駆動によってフローチューブは、三次振動モードの振動ビームを形成するように振動する。すなわち、一对の第二駆動装置同士は同相で駆動し、駆動装置は一对の第二駆動装置とは逆相で駆動することから、フローチューブが三次振動モードの振動ビームを形成するように振動する。この請求項 1 に記載のコリオリ流量計のフローチューブは、一对の第二駆動装置を設けていない駆動装置のみのコリオリ流量計のフローチューブと比べると、請求項 1 に記載のコリオリ流量計のフローチューブの振動の方が格段に安定し、その結果、一对の振動検出センサから得られる検出信号も安定する。請求項 1 に記載のコリオリ流量計は、以上の構成からも分かるように、単純な形状で構成でき、安価にすることができる。

- 本発明の目的を達成するために、請求項 2 に記載の発明に係るコリオリ流量計は、請求項 1 に記載のコリオリ流量計において、前記一对の振動検出センサを前記駆動装置と前記一对の第二駆動装置の間のそれぞれに配置して構成されている。また、本発明の目的を達成するために、請求項 3 に記載の発明に係るコリオリ流量計は、請求項 1 に記載のコリオリ流量計において、前記一对の振動検出センサを前記一对の第二駆動装置と前記流出入口を有する支持部との間に配置して構成されている。

- このように構成することにより、請求項 2 及び請求項 3 に記載のコリオリ流量計は、一对の振動検出センサを配置する位置を適宜選択することができ、フローチューブに作用するコリオリの力に比例した位相差をよりよい位置で検出することができる。

本発明の目的を達成するために、請求項 4 に記載の発明に係るコ

- 4 -

リオリ流量計は、請求項 1、請求項 2、請求項 3 のいずれか 1 項に記載のコリオリ流量計において、前記フローチューブを直線部とこの直線部の両端に連続する一対の脚部とからなる門型の形状に形成するとともに、前記駆動装置と前記一対の第二駆動装置とを前記直線部に沿って配置して構成されている。このように構成することにより、請求項 4 に記載のコリオリ流量計は、フローチューブの振動をより安定した状態にすることができる。

本発明の目的を達成するために、請求項 5 に記載の発明に係るコリオリ流量計は、請求項 1、請求項 2、請求項 3、請求項 4 のいずれか 1 項に記載のコリオリ流量計において、前記一対の振動検出センサのそれぞれをコイルとマグネットとを備えて構成し、前記それぞれのコイルを前記フローチューブに対して平行な静止部材に設置し、前記それぞれのマグネットを前記フローチューブに設置して構成されている。このように構成することにより、請求項 5 に記載のコリオリ流量計は、配線の必要なコイルをフローチューブに取り付けずにすむことから、フローチューブの振動に及ぼす影響を極力軽減することができる。

請求項 1 に記載された発明によれば、フローチューブの振動ビームを三次振動モードにすることから、フローチューブの振動を従来よりも格段に安定させることができる。したがって、振動検出センサを介して安定した信号が得られるコリオリ流量計を提供することができるという効果を奏する。また、湾曲管からなる少なくとも一本のフローチューブを備えるコリオリ流量計であることから、単純な形状構成であって比較的安価な提供を実現することができるという効果を奏することができる。

請求項 2、3 に記載された各本発明によれば、振動検出センサの配置を駆動装置と第二駆動装置との間、又は第二駆動装置と流入口との間にすることから、フローチューブに作用するコリオリの力に比例した位相差を、よりよい位置で検出することができるとい

う効果を奏することができる。

請求項 4 に記載された本発明によれば、門型のフローチューブでその直線部に沿って駆動装置と第二駆動装置とを配置することから、フローチューブの振動をより安定した状態にすることができるという効果を奏することができる。

5

請求項 5 に記載された本発明によれば、フローチューブに平行な静止部材に配線の必要なコイルを配置し、フローチューブにはマグネットを配置することから、フローチューブの振動に及ぼす影響を極力軽減することができるという効果を奏することができる。

## 10 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明によるコリオリ流量計の一実施の形態を示す斜視図である。

図 2 は、本発明によるコリオリ流量計の他の一実施の形態を示す図であり、一本の湾曲管タイプのフローチューブを垂直面内に取り付けて、その正面から見た図である。

15

図 3 は、図 2 に示すコリオリ流量計を上側から見た図である。

図 4 は、図 2 に示すコリオリ流量計を中央付近で切断した断面図である。

図 5 は、フローチューブを模式的に示した作用説明図である。

20

図 6 (a) は、図 5 のフローチューブの曲げ振動の速度を示す図である。

図 6 (b) は、図 6 (a) に図示の一对の振動検出センサの配置されている地点のフローチューブのコリオリの力を示す図である。

。

25

図 7 は、本発明によるコリオリ流量計の更に他の一実施の形態を示す図であり、一本の湾曲管タイプのフローチューブを垂直面内に取り付けて、その正面から見た図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

図 1 には、本発明に係るコリオリ流量計の第一の実施の形態が示されている。

図において、図 1 は、本発明に係るコリオリ流量計の一実施の形態を示す斜視図である。

図 1 において、第一実施形態となる本発明のコリオリ流量計 1 は、筐体 2 と、その筐体 2 内に収納される一本のフローチューブ 3 と、フローチューブ 3 を駆動するための駆動装置 4 及び一対の第二駆動装置 5、5 と、フローチューブ 3 に作用するコリオリの力に比例した位相差を検出する一対の振動検出センサ 6、6 とを備えて構成されている。以下、これらの各構成部材について説明する。

前記筐体 2 は、曲げやねじれに強固な構造を有している。また、筐体 2 は、フローチューブ 3 と、そのフローチューブ 3 自身が形成する面に対して平行に配置される静止部材 7 とを収納することができる大きさに形成されている。さらに、筐体 2 は、フローチューブ 3 等の流量計要部を保護することができるように形成されている。このような筐体 2 の内部には、アルゴンガス等の不活性ガスが充填されている。この不活性ガスの充填によって、筐体 2 内部では、フローチューブ 3 等への結露が防止されている。

静止部材 7 は、例えば、平面視矩形状であって、図示のような平板状に形成されている。また、静止部材 7 は、その一部が筐体 2 に固着されている。この静止部材 7 には、フローチューブ 3 を支持固定するためのブロック形状の支持部 8、8 が取り付け固定されている。このように本発明のコリオリ流量計 1 は、外乱振動を増幅させたりせず、また、支持部 8、8 を介してのフローチューブ 3 への振動伝達が起こり難い構造になっている。

前記フローチューブ 3 は、図 1 に図示の S 1 で示される第一軸

- 7 -

(コリオリ流量計 1 の垂直軸に一致する) に対して対称の形状となる湾曲管によって構成されており、測定流体の流入口側及び流出口側が支持部 8、8 に固着されており、支持されている。このフローチューブ 3 は、門型の形状に形成されており、直線部 9 と、その直線部 9 の両端に連続する一対の脚部 10、10 を有している。そしてフローチューブ 3 の材質は、ステンレス、ハステロイ、チタン合金等のこの技術分野において通常使用される材質のものが用いられている。また、フローチューブ 3 の前記流出入口には、流入口側接続部 11 及び流出口側接続部 12 が取り付けられている。図 1 に図示の矢線 I N 方向から流入口側接続部 11 及び流入口を介してフローチューブ 3 に流入した測定流体は、順に流入口側の脚部 10、直線部 9、流出口側の脚部 10 を流通し、流出口及び流出口側接続部 12 に流出 (矢線 O U T 参照) するようになっている。

前記駆動装置 4 は、フローチューブ 3 を三次振動モードの振動ビームを形成するように振動させるためのものであって、特に図示しないが、コイルとマグネットとを備えて構成されている。このような駆動装置 4 は、前記第一軸 S 1 上に配置、具体的にはフローチューブ 3 の直線部 9 の中央位置、且つ流路中心軸に沿って配置されている。また、駆動装置 4 のコイルは、静止部材 7 に取り付けられている。そして、駆動装置 4 のマグネットは、フローチューブ 3 に、例えば専用の取付具を用いて、取り付けられている。

いま、駆動装置 4 において、吸引作用が生じると、マグネットがコイルに差し込まれるような状態になる。その結果、フローチューブ 3 が静止部材 7 に対して近接するようになる。これに対し、駆動装置 4 において、反発作用が生じると、フローチューブ 3 が静止部材 7 に対して離間するようになる。

このように駆動装置 4 は、フローチューブ 3 がその両端部において支持部 8、8 に固着されていることから、そのフローチューブ 3 を、支持部 8、8 を結ぶ第二軸 S 2 (水平軸に平行な軸) を中心

にして回転方向に交番駆動させるように構成されている。

前記一对の第二駆動装置 5、5 は、駆動装置 4 と同様に、それぞれコイルとマグネットとを備えて構成されている。また、一对の第二駆動装置 5、5 は、駆動装置 4 の左右両側の対称の位置に配置されている。この一对の第二駆動装置 5、5 は、本実施の形態において、フローチューブ 3 の直線部 9 の立ち上がり部分及び立ち下がり部分の頂点付近で、且つフローチューブ 3 の流路中心軸に沿って配置されている。したがって、一对の第二駆動装置 5、5 及び駆動装置 4 は、フローチューブ 3 の直線部 9 に沿って横一列に配置されている。また、これらは、所定の間隔をあけて配置されている。そして、一对の第二駆動装置 5、5 の各コイルは、静止部材 7 に取り付けられている。さらに、一对の第二駆動装置 5、5 の各マグネットは、フローチューブ 3 に取り付けられている。

一对の第二駆動装置 5、5 同士は、同相で駆動するように設定されている。また、一对の第二駆動装置 5、5 と駆動装置 4 は、逆相で駆動するように設定されている。一对の第二駆動装置 5、5 において吸引作用が生じると、マグネットがコイルに差し込まれるような状態になる。その結果、フローチューブ 3 が静止部材 7 に対して近接するようになる（この時、駆動装置 4 では反発作用が生じる）。これに対し、駆動装置 4 において、反発作用が生じると、フローチューブ 3 が静止部材 7 に対して離間するようになる（この時、駆動装置 4 では吸引作用が生じる）。このように一对の第二駆動装置 5、5 は、駆動装置 4 と同様に、フローチューブ 3 を上記回転方向に交番駆動するように構成されている。

一对の振動検出センサ 6、6 は、前述の如く、フローチューブ 3 に作用するコリオリの力に比例した位相差の振動を検出するセンサであって、それぞれコイルとマグネットとを備えて構成されている（速度検出方式の構成）。また、一对の振動検出センサ 6、6 は、駆動装置 4 の左右両側の対称の位置に配置されている。この一对



の振動検出センサ 6、6 は、本実施の形態において、流入口側の第二駆動装置 5 と駆動装置 4 との間、及び流出口側の第二駆動装置 5 と駆動装置 4 との間に配置されている（この振動検出センサ 6、6 の設置位置は、この位置に限られるものではない）。また、一対の

5 振動検出センサ 6、6 は、本実施の形態において、フローチューブ 3 を振動させたときに、流入口側の第二駆動装置 5 に対応する部分と駆動装置 4 に対応する部分との間に生じる節、及び流出口側の第二駆動装置 5 に対応する部分と駆動装置 4 に対応する部分との間に生じる節からずれた位置に設置されている。この一対の振動検出セ

10 ンサ 6、6 の各コイルは、静止部材 7 に取り付けられている。また、一対の振動検出センサ 6、6 の各マグネットは、フローチューブ 3 に取り付けられている。

本発明に係るコリオリ流量計の第一の実施の形態において、一対の第二駆動装置 5、5、駆動装置 4、及び一対の振動検出センサ

15 6、6 の各コイルは、適度な重量があり図示しない F P C（フレキシブル・プリント・サーキット）の配線（配線系の図示は省略する）も必要であることから、静止部材 7 の所定の位置に取り付けられている。このようにコイルを静止部材 7 の所定位置に取り付けることにより、本発明に係るコリオリ流量計の第一の実施の形態におい

20 ては、フローチューブ 3 の振動に及ぼす影響を極力軽減している。

なお、本発明に係るコリオリ流量計の第一の実施の形態においては、コイルとマグネットの取り付けを逆にしたり（コイルをフローチューブ 3 に取り付け、マグネットを静止部材 7 に取り付ける）、交互にしたり（例えば駆動装置 4 のコイルを静止部材 7 に取り付

25 けるとともに、駆動装置 4 のマグネットをフローチューブ 3 に取り付け、これとは逆に、一対の第二駆動装置 5、5 のコイルをフローチューブ 3 に取り付けるとともに、一対の第二駆動装置 5、5 のマグネットを静止部材 7 に取り付ける等）することを妨げるものではない。また、マグネットのフローチューブ 3 への取り付けに関して

は、特に図示しないが、専用の取付具が用いられている。

本発明に係るコリオリ流量計 1 の作用については、第二実施形態となるコリオリ流量計 2 1 と共に後述する。

次に、図 2 ～図 4 を参照しながら本発明に係るコリオリ流量計  
5 の他の一実施の形態を説明する。

図 2 には、本発明に係るコリオリ流量計の第二の実施の形態が示されている。

図において、図 2 は、本発明に係るコリオリ流量計の一実施の形態を示す図であり、一本の湾曲管タイプのフローチューブを垂直  
10 面内に取り付けて、その正面から見た図である。また、図 3 は、図 2 に図示のコリオリ流量計を上側から見た図、図 4 は、図 2 に図示のコリオリ流量計を中央付近で切断した断面図である。

図 2 ～図 4 において、第二実施形態となる本発明のコリオリ流量計 2 1 は、筐体を形成する本体 2 2 及び耐圧ケース 2 3 と、筐体  
15 内に収納される一本のフローチューブ 2 4 と、そのフローチューブ 2 4 を駆動するための駆動装置 2 5 及び一対の第二駆動装置 2 6 、 2 6 と、フローチューブ 2 4 に作用するコリオリの力に比例した位相差を検出する一対の振動検出センサ 2 7 、 2 7 とを備えて構成されている。以下、これらの各構成部材について説明する。

20 前記本体 2 2 は、上面が開口するとともに断面が U 字状となる略船底形状に形成されている。このような形状の本体 2 は、曲げやねじれに強固な構造を有しており、その長手方向（図 2 を見た場合、図 2 の左右方向に一致する）の両端部には、流入口側接続部 2 8 と流出口側接続部 2 9 とが連成されている。流入口側接続部 2 8 及  
25 び流出口側接続部 2 9 は、それぞれ本体 2 2 の内外を連通するように形成されている。また、流入口側接続部 2 8 及び流出口側接続部 2 9 は、円弧の部分有しており、その円弧の部分によって測定流体の流れの向きを 90 度変えることができるように形成されている。流入口側接続部 2 8 及び流出口側接続部 2 9 のそれぞれには、本

体 2 2 の外側において、測定流体を流す外部流管を結合するため、フランジ 3 0、3 0 が対をなすように取り付けられている。なお、本実施の形態では、測定流体が図 2 の左側から流入して右側から流出するものと仮定する。また、本体 2 2 の内側であって前記上面近傍には、ベースプレート 3 1 が設けられている。

前記耐圧ケース 2 3 は、本体 2 2 の上面に取り付けられる開口部を有しており、断面が図示のような U 字状となる形状に形成されている。また、耐圧ケース 2 3 は、薄肉であって全ての外周が円弧形状になるように形成されている。このような形状の耐圧ケース 2 3 は、薄肉でも非常に高い耐圧性が確保されており、フローチューブ 2 4 が万が一破損するようなことがあっても、フローチューブ 2 4 を流れる測定流体が筐体を形成する本体 2 2 及び耐圧ケース 2 3 から外部へ流れ出ないように配慮されている。この耐圧ケース 2 3 は、溶接等の適宜手段で本体 2 2 に対して固着されている。また、本体 2 2 及び耐圧ケース 2 3 で構成された筐体は、フローチューブ 2 4 等の流量計要部を保護することができるようになっている。また、本体 2 2 及び耐圧ケース 2 3 で構成された筐体内には、アルゴンガス等の不活性ガスが充填されている。この不活性ガスの充填によって、筐体内部では、フローチューブ 2 4 等への結露が防止されている。

前記フローチューブ 2 4 は、図 1 に図示の第一軸 S 1（図 2 を見た場合、図 2 の垂直軸に一致する）に対して対称の形状となる湾曲管によって構成されており、測定流体の流入口側接続部 2 8 及び流出口側接続部 2 9 に固着されており、支持される二つの開口部、すなわち流出入口を有している。もう少し具体的に説明すると、フローチューブ 2 4 は、直線部 3 2 と、その直線部 3 2 の両端に連続する一对の脚部 3 3、3 3 とを有する門型形状に形成されており、前記流出入口を介して流入口側接続部 2 8 及び流出口側接続部 2 9 に固着されている。そしてフローチューブ 2 4 の材質は、ステンレ

ス、ハステロイ、チタン合金等のこの技術分野において通常使用される材質のものが用いられている。

流入側接続部 28 を介して図 2 の左側の流入側からフローチューブ 24 に流入した測定流体は、順に左側の脚部 33、直線部 32、右側の脚部 33 を流通し、右側の流出口を介して流出口側接続部 29 に流出するようになっている。この流入側接続部 28 の流路断面積は、連続的に減少してフローチューブ 24 の断面積に一致するようになっている。また、流出口側接続部 29 の流路断面積は、フローチューブ 24 の断面積に一致する部分から連続的に増大して外部流管断面積に一致するようになっている。

前記駆動装置 25 は、フローチューブ 3 を三次振動モードの振動ビームを形成するように振動させるためのものであって、コイル 34 とマグネット 35 とを備えて構成されている。このような駆動装置 25 は、前記第一軸 S1 上に配置されている。すなわち、駆動装置 25 は、フローチューブ 24 の直線部 32 の中央位置、且つ流路中心軸に沿って配置されている。また、駆動装置 25 のコイル 34 は、フローチューブ 24 自身が形成する面に対して平行に配置される静止部材 36 に取り付けられている。コイル 34 からは、特に図示しないが、FPC（フレキシブル・プリント・サーキット）が引き出されており、後述する支柱 37 の所定位置に固定される基板（不図示）に接続されている。そして、駆動装置 25 のマグネット 35 は、フローチューブ 24 に、例えば専用の取付具を用いて、取り付けられている。

いま、駆動装置 25 において吸引作用が生じると、マグネット 35 がコイル 34 に差し込まれるような状態になる。その結果、フローチューブ 24 が静止部材 36 に対して近接するようになる。これに対し、駆動装置 25 において、反発作用が生じると、フローチューブ 24 が静止部材 36 に対して離間するようになる。

このように駆動装置 25 は、フローチューブ 24 がその両端部

において流入口側接続部 28 及び流出口側接続部 29 に固着されていることから、そのフローチューブ 24 を、流入口側接続部 28 及び流出口側接続部 29 を結ぶ図 2 に図示の第二軸 S2（図 2 を見た場合、図 2 の水平軸に平行な軸）を中心にして回転方向に交番駆動  
5 するように構成されている。

フローチューブ 24 自身が形成する面に対して平行に配置されている静止部材 36 を取り付ける支柱 37 は、駆動装置 25、一対の第二駆動装置 26、26、一対の振動検出センサ 27、27、及び温度センサ（不図示）に配線するためのものであって、コリオリ  
10 流量計 21 の図 1 に図示の第一軸 S1 と同一の垂直軸上に配設されている。また、支柱 37 は、前記筐体の内部と外部を跨るように配設されている。この支柱 37 には、中空の支柱本体 38 が取り付けられており、この支柱本体 38 の端部には基板固定部 39 が設けられている。そして、この基板固定部 39 には、前記基板（不図示）  
15 が固定されており、この基板（不図示）に接続されたワイヤハーネス（不図示）は、支柱本体 38 内を通して支柱 37 を介して外部に引き出されるようになっている。この支柱本体 38 内の一部は、ワイヤハーネス（不図示）と共に樹脂モールド等で封止されている。

前記静止部材 36 は、図 2、図 3 に示すように板状に形成されており、基板固定部 39 の例えば上部に固着されている。この静止部材 36 の形状は、必ずしも板状に限定するものではない。すなわち、この静止部材 36 の形状は、駆動装置 25、一対の第二駆動装置 26、26、及び一対の振動検出センサ 27、27 の配置に応じてその都度適宜設計されている。この図 2、図 3 に図示の形状は、  
20 静止部材 36 の形状の一例である。なお、静止部材 36 は、支柱 37 に限らず本体 2 に直接取り付けてもよい。

前記一対の第二駆動装置 26、26 は、駆動装置 25 と同様に、それぞれコイル 40 とマグネット 41 とを備えて構成されている。また、一対の第二駆動装置 26、26 は、駆動装置 25 の左右両

側の対称の位置に配置されている。この一对の第二駆動装置 26、  
26 は、本実施の形態において、フローチューブ 24 の直線部 32  
の立ち上がり部分及び立ち下がり部分の頂点付近で、且つフローチ  
ューブ 24 の流路中心軸に沿って配置されている。したがって、一  
5 対の第二駆動装置 26、26 及び駆動装置 25 は、フローチューブ  
24 の直線部 32 に沿って横一列に配置されている。また、これら  
は、所定の間隔をあけて配置されている。そして、コイル 40 は、  
静止部材 36 に取り付けられている。このコイル 40 からは、特に  
10 図示しないが、FPC（フレキシブル・プリント・サーキット）が  
引き出されており、前記基板（不図示）に接続されている。さらに  
、マグネット 41 は、フローチューブ 24 に取り付けられている。

一对の第二駆動装置 26、26 同士は、同相で駆動されるよう  
に設定されている。また、一对の第二駆動装置 26、26 と駆動装  
置 25 は、逆相で駆動されるように設定されている。一对の第二駆  
15 動装置 26、26 において吸引作用が生じると、マグネット 41 が  
コイル 40 に差し込まれるような状態になる。その結果、フローチ  
ューブ 24 が静止部材 36 に対して近接するようになる（この時、  
駆動装置 25 では反発作用が生じる）。これに対し、駆動装置 25  
において、一对の第二駆動装置 26、26 において反発作用が生じ  
20 ると、フローチューブ 24 が静止部材 36 に対して離間するよう  
になる（この時、駆動装置 25 では吸引作用が生じる）。この一对の  
第二駆動装置 26、26 は、駆動装置 25 と同様に、フローチュー  
ブ 24 を前記回転方向に交番駆動するように構成されている。

一对の振動検出センサ 27、27 は、前述の如く、フローチ  
ューブ 24 に作用するコリオリの力に比例した位相差の振動を検出す  
25 るセンサであって、それぞれコイル 42 とマグネット 43 とを備え  
て構成されている（速度検出方式の構成）。また、一对の振動検出  
センサ 27、27 は、駆動装置 25 の左右両側の対称の位置に配置  
されている。この一对の振動検出センサ 27、27 は、本実施の形

態において、左側の第二駆動装置 26 と駆動装置 25 との間、及び右側の第二駆動装置 26 と駆動装置 25 との間に配置されている。また、この一対の振動検出センサ 27、27 は、本実施の形態において、フローチューブ 24 の流路中心軸に沿って配置されている。

- 5 さらに、一対の振動検出センサ 27、27 は、本実施の形態において、フローチューブ 24 を振動させたときに、左側の第二駆動装置 26 に対応する部分と駆動装置 25 に対応する部分との間に生じる節、及び右側の第二駆動装置 26 に対応する部分と駆動装置 25 に対応する部分との間に生じる節からずれた位置に配置されている。

- 10 一対の振動検出センサ 27、27 のそれぞれのコイル 42 は、静止部材 36 に取り付けられている。この一対の振動検出センサ 27、27 のそれぞれのコイル 42 からは、特に図示しないが、FPC（フレキシブル・プリント・サーキット）が引き出されており、前記基板（不図示）に接続されている。また、一対の振動検出センサ 27、27 のそれぞれのマグネット 43 は、フローチューブ 24  
15 に取り付けられている。

- 本発明に係るコリオリ流量計の第二の実施の形態において、一対の第二駆動装置 26、26、駆動装置 25、及び一対の振動検出センサ 27、27 の各コイル 34、40、42 は、適度な重量があり FPC の配線も必要であることから、静止部材 36 の所定の位置  
20 に取り付けられている。このようにコイルを静止部材 36 の所定位置に取り付けることにより、本発明に係るコリオリ流量計の第二の実施の形態においては、フローチューブ 24 の振動に及ぼす影響を極力軽減している。

- 25 なお、本発明に係るコリオリ流量計の第二の実施の形態においては、コイルとマグネットの取り付けを逆にしたり（コイルをフローチューブ 24 に取り付け、マグネットを静止部材 36 に取り付け）、交互にしたり（例えば駆動装置 25 のコイルを静止部材 36 に取り付けるとともに、駆動装置 25 のマグネットをフローチュー

- 16 -

ブ 2 4 に取り付け、これとは逆に、一対の第二駆動装置 2 6、2 6 のコイルをフローチューブ 2 4 に取り付けるとともに、一対の第二駆動装置 2 6、2 6 のマグネットを静止部材 3 6 に取り付ける等) 5 することを妨げるものではない。また、マグネットのフローチューブ 2 4 への取り付けに関しては、特に図示しないが、専用の取付具が用いられている。

本発明に係るコリオリ流量計の第二の実施の形態において、温度センサ（不図示）は、コリオリ流量計 2 1 の温度補償をするためのものであって、適宜手段でフローチューブ 2 4 に取り付けられている。10 具体的には、この温度センサ（不図示）は、例えば流入口側接続部 2 8 に固着された部分の付近に取り付けられている。この温度センサから引き出された F P C（フレキシブル・プリント・サーキット）又は電線は、前記基板に接続されている。

前記本発明に係るコリオリ流量計の第一の実施の形態及び前記15 本発明に係るコリオリ流量計の第二の実施の形態の構成において、フローチューブ 3（フローチューブ 2 4）に測定流体を流し、吸引・反発作用が連続して交互に繰り返されるように駆動装置 4 及び一対の第二駆動装置 5、5（駆動装置 2 5 及び一対の第二駆動装置 2 6、2 6）を駆動させると、一対の第二駆動装置 5、5（一対の第二20 駆動装置 2 6、2 6）同士は同相、一対の第二駆動装置 5、5（一対の第二駆動装置 2 6、2 6）と駆動装置 4（駆動装置 2 5）は逆相で駆動する。このように、一対の第二駆動装置 5、5（一対の第二駆動装置 2 6、2 6）、駆動装置 4（駆動装置 2 5）を駆動することにより、フローチューブ 3（フローチューブ 2 4）は、図 525 に図示の実線及び破線で示される如く、三次振動モードの振動ビームを形成するように曲げ振動する。

なお、図 5 に図示の D r 1 の点は駆動装置 4（駆動装置 2 5）の配置、図 5 に図示の D r 2 ～D r 3 の点は一対の第二駆動装置 5、5（一対の第二駆動装置 2 6、2 6）の配置、図 5 に図示の P O



1 ～ P O 2 の点是一对の振動検出センサ 6、6（一对の振動検出センサ 2 7、2 7）の配置をそれぞれ示している。また、図 5 に図示の 0'、0'' の点は振動の節を示している。

5 図 6（a）には、このように振動するフローチューブ 3（フローチューブ 2 4）の前記振動状態における曲げ振動速度が示されている。また、図 6（b）には、図 6（a）に図示される一对の振動検出センサ 6、6（一对の振動検出センサ 2 7、2 7）が配置されている地点に対応する点 P O 1 ～ P O 2 でのコリオリの力が矢印で示されている。

10 なお、質量流量は、P O 1 ～ P O 2 の点でのコリオリの力の差分（P O 1 － P O 2）によって算出される（一对の振動検出センサ 6、6（一对の振動検出センサ 2 7、2 7）の出力信号を、図示しない変換器により位置信号に変換して位相差を求め、質量流量として表示する）。

15 以上、図 1 ～図 6 を参照しながら説明してきたように、本発明の第一の実施の形態に係るコリオリ流量計 1 及び本発明の第二の実施の形態に係るコリオリ流量計 2 1 によれば、単純な形状で構成でき、比較的安価で提供することができ、三次振動モードで駆動させるため、外乱振動に対しても強いという効果を有している。また、  
20 本発明のコリオリ流量計 1 及びコリオリ流量計 2 1 によれば、一对の第二駆動装置 5、5（一对の第二駆動装置 2 6、2 6）を設けずに駆動装置 4（駆動装置 2 5）だけの質量流量計（従来タイプの質量流量計）と比較すると、フローチューブ 3（フローチューブ 2 4）の振動を格段に安定させることができるという効果を有している。  
25 。したがって、一对の振動検出センサ 6、6（一对の振動検出センサ 2 7、2 7）を介して安定した信号を得ることができるという効果を有している。

次に、図 7 を参照しながら本発明に係るコリオリ流量計の更に他の一実施の形態を説明する。

図 7 には、本発明に係るコリオリ流量計の第三の実施の形態が示されている。

図において、図 7 は、本発明に係るコリオリ流量計の一実施の形態を示す図であり、一本の湾曲管タイプのフローチューブを垂直面内に取り付けて、その正面から見た図である。

図 8 において、第三の実施の形態となる本発明のコリオリ流量計 2 1' は、前述の第二の実施の形態のコリオリ流量計 2 1 とは、第二の実施の形態のコリオリ流量計 2 1 に対して一対の振動検出センサ 2 7、2 7 を異なった位置に配置している点が異なっているだけである。すなわち、本発明に係るコリオリ流量計の第三の実施の形態においては、一対の振動検出センサ 2 7、2 7 は、左側の第二駆動装置 2 6 と、フローチューブ 2 4 の左側の流入口との間、及び右側の第二駆動装置 2 6 と、フローチューブ 2 4 の右側の流出口との間に配置されている。

一対の振動検出センサ 2 7、2 7 のそれぞれのコイルは、例えば、基板固定部 3 9 に固着される静止部材 3 6' に取り付けられている。この一対の振動検出センサ 2 7、2 7 のそれぞれのコイルから引き出された F P C (フレキシブル・プリント・サーキット) は、基板に接続されている。また、一対の振動検出センサ 2 7、2 7 のそれぞれのマグネットは、取付具を介してフローチューブ 2 4 に取り付けられている。このように構成されるコリオリ流量計 2 1' も前述の第一の実施の形態のコリオリ流量計 1、第二の実施の形態のコリオリ流量計 2 1 と同じく、単純な形状で構成でき、比較的安価で提供することができるという効果を有している。また、本発明に係るコリオリ流量計 2 1' によれば、一対の第二駆動装置 5、5 (一対の第二駆動装置 2 6、2 6) を設けずに駆動装置 4 (駆動装置 2 5) だけの質量流量計 (従来タイプの質量流量計) と比較すると、フローチューブ 3 (フローチューブ 2 4) の振動を格段に安定させることができるという効果を有している。

- 19 -

その他、本発明は、本発明の主旨を変えない範囲で種々設計を変更して実施することができることは勿論である。

5      なお、前述の説明においては、フローチューブ 3、24 の形状を門型の形状にしているが、フローチューブ 3、24 の形状は、門型の形状に限られるものではなく、例えば、U字型等の任意の形状の湾曲管にすることができる。また、本発明においては、フローチューブ 3、24 の数が一本の実施の形態を例に採っているが、フローチューブ 3、24 の数は、一本に限られるものではなく、並列二本にすることができる。

10

15

20

25

## 請求の範囲

1. 第一軸に対して対称の形状となる湾曲管からなり且つ流出入口を有する支持部によって両端部が支持された少なくとも一本のフローチューブと、
- 5 前記両端の支持部によって支持された位置を結ぶ第二軸を中心に前記フローチューブを回転方向に交番駆動する駆動装置と、  
前記駆動装置の左右両側の対称な位置に取り付けられて前記フローチューブに作用するコリオリの力に比例した位相差を持った振動を検出する一対の振動検出センサと、
- 10 を備えたコリオリ流量計であって、  
前記駆動装置を前記第一軸上に配置するとともに、前記フローチューブを前記回転方向に交番駆動する一対の第二駆動装置を更に備えて該一対の第二駆動装置を前記駆動装置の左右両側の対称な位置に配置し、且つ、
- 15 前記一対の第二駆動装置同士を同相で駆動するとともに、前記駆動装置と前記一対の第二駆動装置とを逆相で駆動するようにしたことを特徴とするコリオリ流量計。
2. 請求項 1 に記載のコリオリ流量計において、  
前記一対の振動検出センサを前記駆動装置と前記一対の第二駆動装置との間のそれぞれに配置した
- 20 ことを特徴とするコリオリ流量計。
3. 請求項 1 に記載のコリオリ流量計において、  
前記一対の振動検出センサを前記一対の第二駆動装置と前記流出入口を有する支持部との間に配置した
- 25 ことを特徴とするコリオリ流量計。
4. 請求項 1、請求項 2、請求項 3 のいずれか 1 項に記載のコリオリ流量計において、  
前記フローチューブを直線部と該直線部の両端に連続する一対の

- 21 -

脚部とからなる門型の形状に形成するとともに、前記駆動装置と前記一対の第二駆動装置とを前記直線部に沿って配置した

ことを特徴とするコリオリ流量計。

5. 請求項 1、請求項 2、請求項 3、請求項 4 のいずれか 1 項に記載の  
5 載のコリオリ流量計において、

前記一対の振動検出センサのそれぞれをコイルとマグネットとを備えて構成し、前記それぞれのコイルを前記フローチューブに対して平行な静止部材に設置し、前記それぞれのマグネットを前記フローチューブに設置した

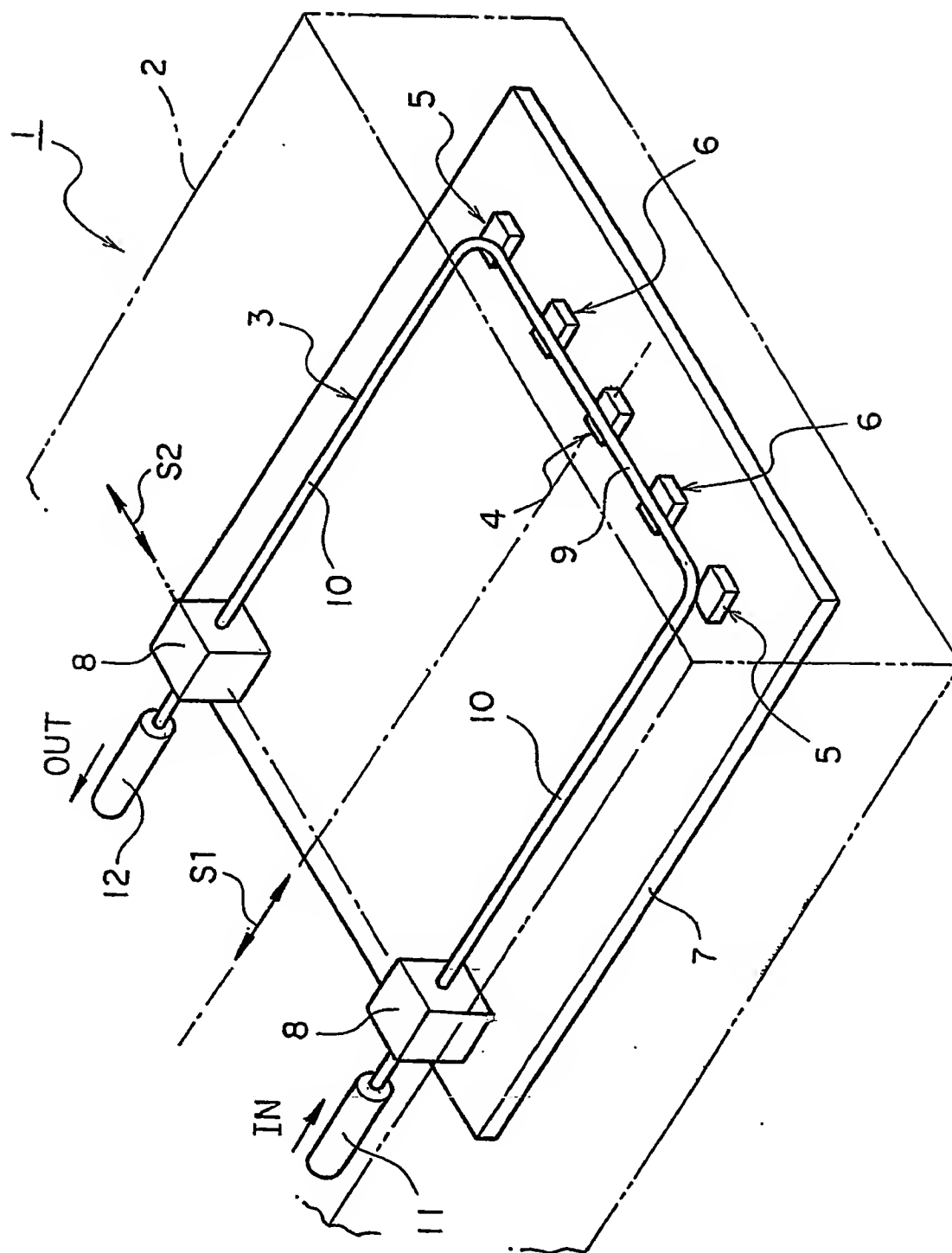
- 10 ことを特徴とするコリオリ流量計。

15

20

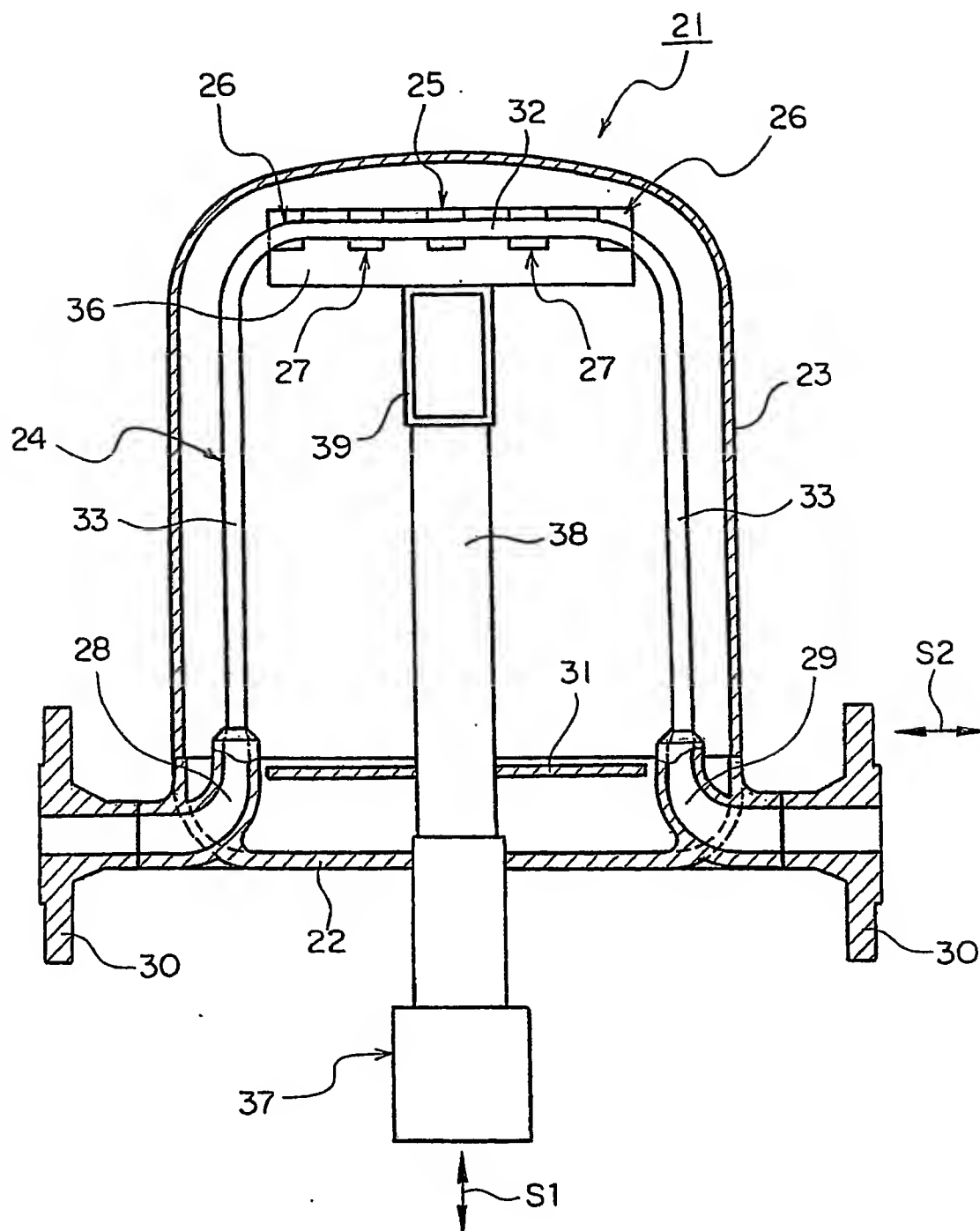
25

FIG. 1



2 / 5

FIG. 2



3 / 5

FIG. 3

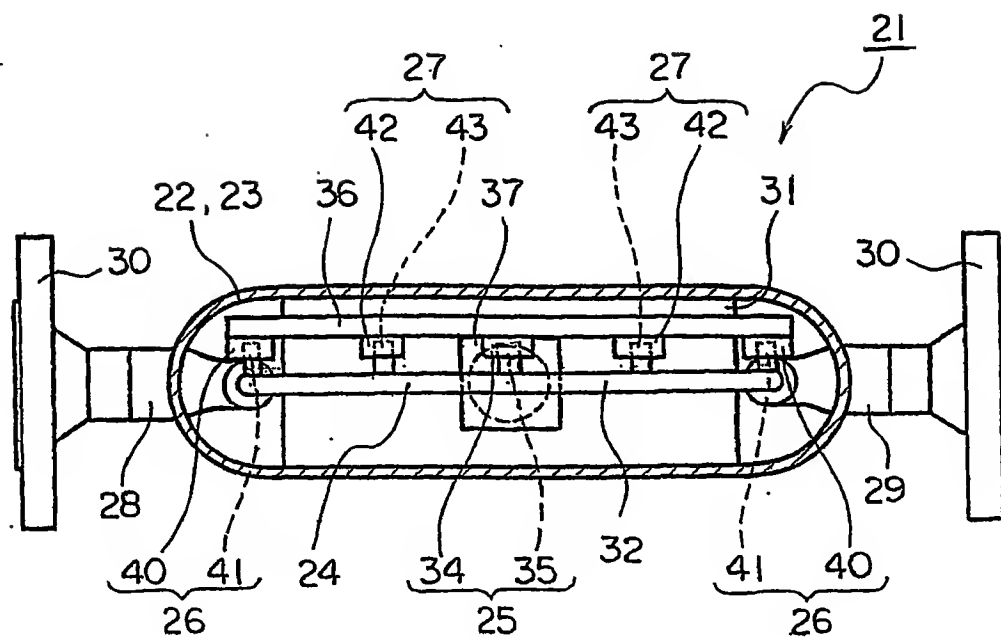
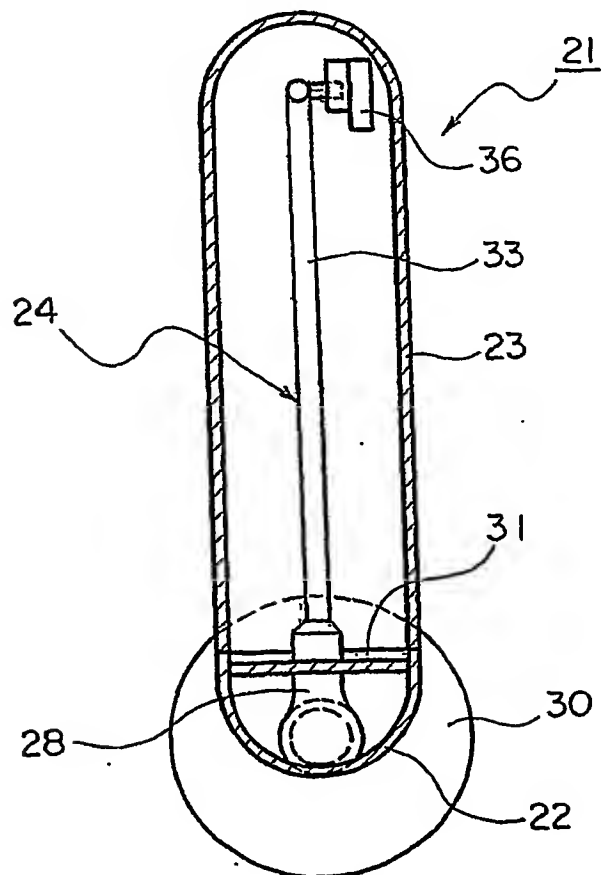


FIG. 4





4 / 5

FIG. 5

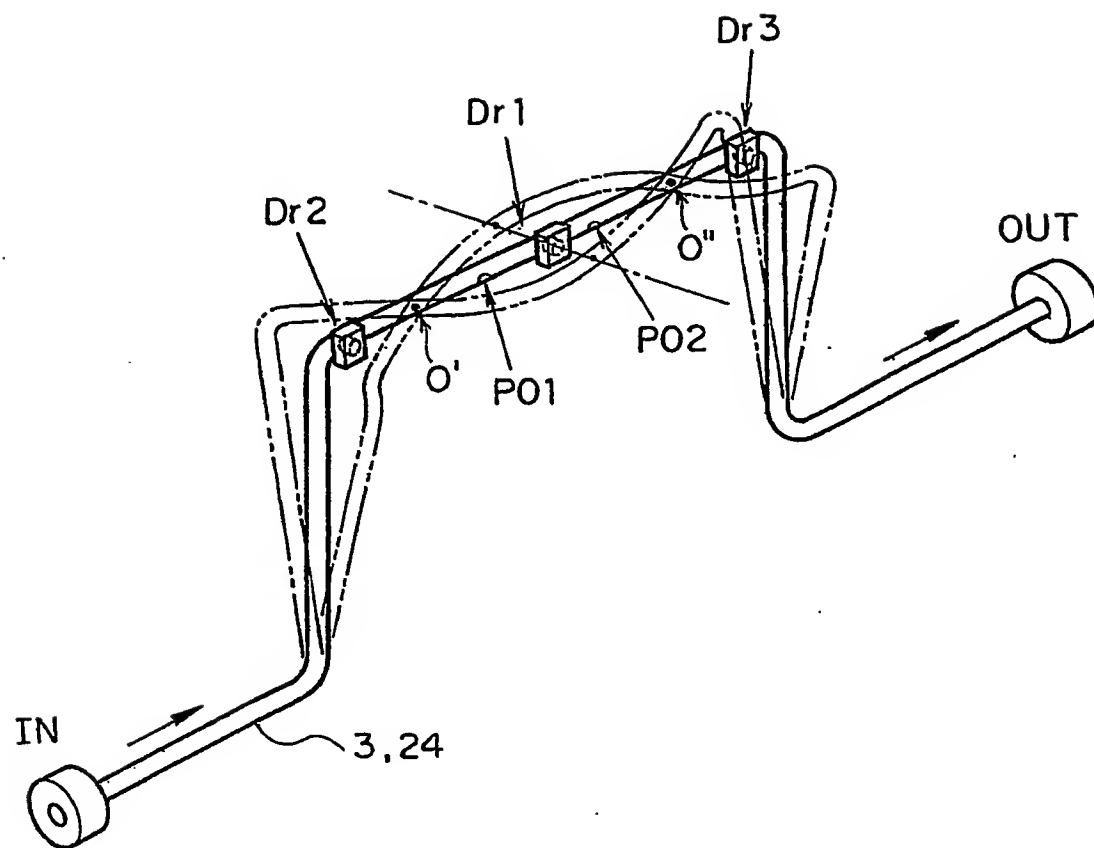
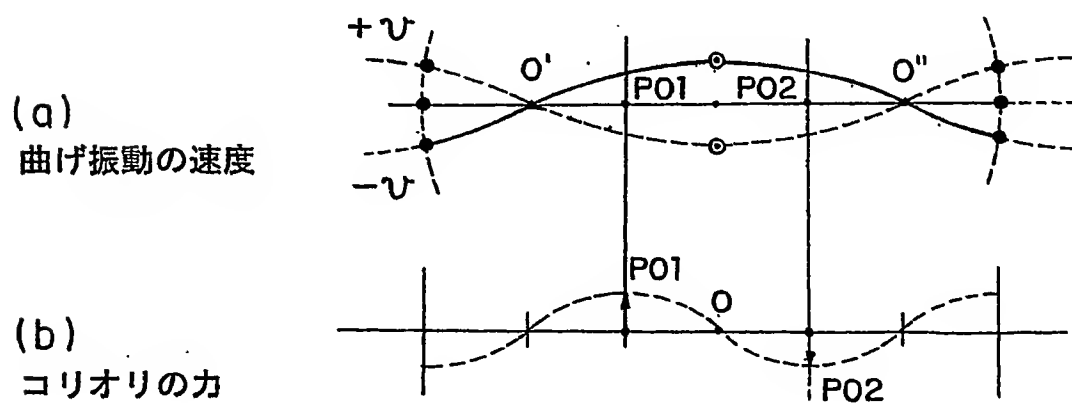
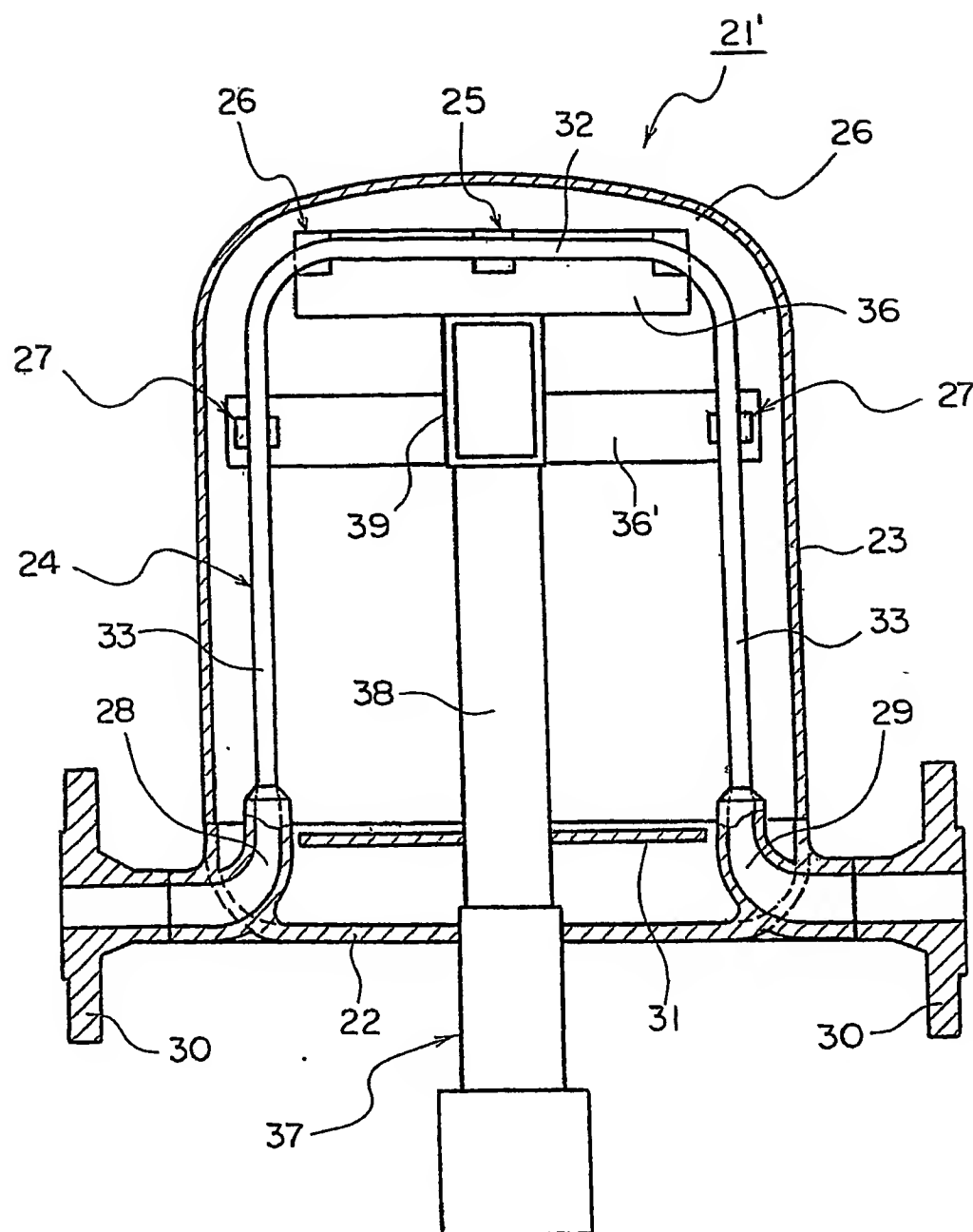


FIG. 6



5 / 5

FIG. 7



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014454

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G01F1/84

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01F1/00-9/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-82541 A (Yokogawa Electric Corp.), 26 March, 1996 (26.03.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2884796 B (Yokogawa Electric Corp.), 19 April, 1999 (19.04.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 11-23341 A (Yokogawa Electric Corp.), 29 January, 1999 (29.01.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
01 November, 2004 (01.11.04)

Date of mailing of the international search report  
22 November, 2004 (22.11.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01F1/84

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01F1/00-9/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 8-82541 A (横河電機株式会社) 1996. 03. 26 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2884796 B (横河電機株式会社) 1999. 04. 19 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 11-23341 A (横河電機株式会社) 1999. 01. 29 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 11. 2004

国際調査報告の発送日

22. 11. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森口正治

2F

9403

電話番号 03-3581-1101 内線 3216